

Pengaruh Kombinasi Media Pembawa Pupuk Hayati Bakteri Pelarut Fosfat Terhadap pH dan Unsur Hara Fosfor dalam Tanah

Nailul Firdausi, Wirdhatul Muslihatin, dan Tutik Nurhidayati

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: wirdhatul@bio.its.ac.id

Abstrak— Kandungan fosfor di dalam tanah sangat rendah tersedia untuk tanaman karena terikat oleh koloid tanah. Pemberian pupuk hayati mampu melarutkan fosfat dalam tanah sehingga tersedia untuk tanaman. Pembuatan pupuk hayati memerlukan media pembawa untuk meningkatkan viabilitas bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kombinasi media pembawa bakteri pelarut fosfat terhadap pertumbuhan tanaman kacang tanah. Metode yang digunakan dalam penelitian meliputi peremajaan isolat *Bacillus* sp, pembuatan pupuk hayati, perhitungan TPC (Total Plate Count), penanaman kacang tanah, dan pengukuran pH dan unsur hara P dalam tanah. Hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan unsur hara Fosfor (P) tersedia untuk tanaman. Perlakuan B1, B2, dan B5 terjadi peningkatan secara signifikan unsur hara P dibandingkan sebelum tanam. Perlakuan B3, B4, dan B6 terjadi peningkatan unsur hara P sangat rendah. Sedangkan pH menunjukkan kisaran netral antara 6,5-7,2. Kisaran pH ini termasuk sesuai dengan pertumbuhan optimum bakteri dan ketersediaan P dalam tanah

Kata Kunci— *Bacillus* sp , Fosfor, Media Pembawa, Pupuk Hayati

I. PENDAHULUAN

FOSFOR (P) merupakan unsur hara makro yang berperan dalam perkembangan perakaran tanaman, pembelahan sel, dan mempertinggi hasil produksi berupa bobot biji dan buah. Akan tetapi, kandungan P di dalam tanah sangat rendah tersedia bagi tanaman karena berikatan dengan koloid tanah sehingga tidak dapat secara langsung oleh tanaman [1]. Pemberian pupuk sintetis menyebabkan fosfor yang terjerap semakin banyak karena tanaman hanya memanfaatkan sebesar 10-30% dari pupuk tersebut [2]. Selain itu berdampak pada kondisi tanah dan pencemaran lingkungan [3]. Penggunaan pupuk kimia yang kurang efisien dapat diatasi dengan memanfaatkan pupuk hayati.

Salah satu upaya pendekatan dalam menekan penggunaan pupuk sintetis pada sektor pertanian adalah dengan memanfaatkan pupuk hayati. Pupuk hayati adalah pupuk yang berasal dari bahan-bahan organik yang diinokulasi dengan mikroba yang dapat mengolah bahan-bahan organik menjadi bahan anorganik yang berguna bagi tanaman [4]. Mikroorganisme yang digunakan sebagai bahan aktif pupuk

hayati merupakan mikroba penambat nitrogen dan pelarut fosfat [5].

Bakteri pelarut fosfat (BPF) merupakan salah satu mikroorganisme tanah yang mampu melarutkan ion P yang terikat dengan kation tanah berupa Al, Fe, Ca, dan Mg kemudian mengubahnya menjadi bentuk tersedia untuk diserap tanaman secara alami [6]. Bakteri pelarut fosfat dapat meningkatkan ketersediaan P dalam tanah dan indikator pertumbuhan tanaman. Selain itu, bakteri pelarut fosfat meningkatkan bahan organik dan memperbaiki penyerapan unsur P [7]. Salah satu bakteri pelarut fosfat adalah *Bacillus* sp. Menurut penelitian [8], genus *Bacillus* memiliki kemampuan melarutkan fosfat yang tinggi. *Bacillus* mempunyai potensi dalam memperbaiki tanaman budidaya yang mengalami defisiensi fosfat.

Pembuatan pupuk hayati membutuhkan media pembawa. Media pembawa berfungsi untuk menumbuhkan, mengemas, dan memperpanjang waktu simpan agen biologis [9]. Media pembawa harus mengandung komponen penting berupa unsur hara organik yang mendukung daya viabilitas dan pertumbuhan mikroba yang diinokulasi ke dalamnya. Pengkomposisian pupuk hayati berbahan dasar media pembawa harus mengandung unsur hara organik berupa nitrogen, karbon organik, fosfor, kalium, dan unsur hara lainnya. Unsur tersebut dapat diproses oleh mikroba menjadi bahan anorganik yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman [10].

Kendala penggunaan bakteri pelarut fosfat sebagai pupuk hayati, yaitu belum adanya media pembawa inokulum yang sesuai. Oleh karena itu, dilakukan kombinasi media pembawa bakteri pelarut fosfat berupa pupuk kandang, pasir, dan tanah. Pupuk kandang memiliki kandungan unsur hara dan bahan organik yang tinggi [11]. Pasir memiliki aerasi yang baik, dan tanah mengandung bahan organik untuk nutrisi mikroba.

Kombinasi media pembawa bakteri pelarut fosfat diaplikasikan pada tanaman kacang tanah (*Arachis hypogea*). Penggunaan kacang tanah dikarenakan salah satu tanaman pangan yang memiliki komoditas tinggi dan teknik budidaya yang mudah dan relatif cepat. Oleh karena itu, penting dilakukan penelitian mengenai pengaruh kombinasi media pembawa bakteri pelarut fosfat *Bacillus* sp terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman kacang tanah.

II. METODOLOGI

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2015 hingga Mei 2016 di Laboratorium Biosains dan Teknologi Tumbuhan dan Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penanaman kacang tanah dilakukan di Urban Farming ITS.

B. Persiapan Isolat Bakteri Pelarut Fosfat

Isolat *Bacillus sp* yang dibuat menjadi sub kultur kerja. Masing-masing subkultur isolat bakteri diinokulasikan pada medium NA (*Nutrient Agar*) steril. Selanjutnya diinkubasi dalam inkubator pada suhu 37°C selama 24 jam. Pengujian isolat *Bacillus sp* yang berpotensi sebagai pelarut fosfat, yaitu dengan diinokulasikan dalam medium Pikovskaya agar dan diinkubasi pada suhu ruang selama 7 hari. Koloni bakteri yang memiliki zona bening dianggap bakteri tersebut mampu melarutkan fosfat.

C. Pembuatan Pupuk Hayati

Pembuatan pupuk hayati masing-masing perlakuan membutuhkan bahan media pembawa berbeda. Perbandingan komposisi media pembawa pupuk hayati bakteri pelarut fosfat (Pupuk Kandang : Pasir : Tanah) yang terdiri dari 6 perlakuan, yaitu B₁ (1:1:0), B₂ (1:1:1), B₃ (1:0:1), B₄ (0:1:1), B₅ (0:0:1), dan B₆ (0:0:1). Masing-masing media pembawa dihomogenkan dengan komposisi yang sama. Masing-masing media pembawa disiram dengan larutan yang tersusun atas molase dan aquades dengan perbandingan volume 1:2 hingga kondisi lembab [12]. Kemudian, isolat *Bacillus sp* diinokulasikan ke media pembawa dan dilakukan pengadukan secara berkala. Selama proses pembuatan pupuk, perawatan dilakukan dengan penyiraman menggunakan aquades steril, ditambahkan 2 gram pupuk NPK tiap minggu dan molase sebanyak 5 ml tiap 3 hari sekali untuk nutrisi tambahan [13]. Pembuatan pupuk hayati bakteri pelarut fosfat selesai ketika konsentrasi bakteri telah mencapai 10⁸ CFU/gr. Apabila konsentrasi pupuk hayati telah sesuai dengan baku mutu maka dapat diaplikasikan pada tanaman [14].

D. Perhitungan TPC (Total Plate Count)

Perhitungan TPC (*Total Plate Count*) digunakan untuk menguji daya viabilitas mikroba pada medium pembawa berdasarkan jumlah koloni populasi bakteri. Sebanyak 1 g dari sampel media pembawa dimasukkan ke dalam 10 ml aquades steril kemudian dihomogenkan menggunakan vortex. Setelah itu, dilakukan serial pengenceran hingga pengenceran 10⁻⁸ [14]. Perhitungan populasi bakteri menggunakan metode pencawan. Pada hasil pengenceran diambil 1 ml dari serial pengenceran. Kemudian disebarkan pada medium pikovskaya padat dalam cawan petri. Kemudian dilakukan inkubasi pada suhu 37°C selama 3 hari [15]. Jumlah bakteri per gram dapat ditentukan dengan menghitung koloni yang tumbuh dari masing-masing pengenceran.

E. Penanaman kacang tanah

Penanaman kacang tanah dengan polybag berisi 1,5 kg ditambahkan pupuk hayati bakteri pelarut fosfat pada kedalaman 1 cm [16]. Penyiraman tanaman kacang tanah dilakukan sebanyak 2 kali setiap hari. Pada akhir masa panen dilakukan pengujian pH tanah dan unsur hara P dalam tanah.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Jumlah Bakteri Pelarut Fosfat dalam Media Pembawa Pupuk Hayati

Pembuatan pupuk hayati harus mempertimbangkan media pembawa yang dikomposisikan. Media pembawa harus mengandung komponen penting untuk mendukung daya viabilitas dan pertumbuhan mikroba yang diinokulasi ke dalamnya [10]. Hal ini dikarenakan media pembawa berfungsi untuk menumbuhkan dan memperpanjang masa simpan sehingga media pembawa harus mengandung unsur hara organik untuk mendukung pertumbuhan bakteri [17].

Salah satu untuk menentukan mutu pupuk hayati adalah jumlah bakteri. Perhitungan jumlah bakteri dilakukan sebelum mengaplikasikan pupuk hayati dalam tanaman kacang tanah.

Berdasarkan tabel tersebut menunjukkan jumlah koloni bakteri pelarut fosfat pada kombinasi pada media pembawa pupuk hayati sebanyak 10⁸ CFU/g. Hal ini sesuai dengan baku mutu pupuk hayati bakteri pelarut fosfat minimal mencapai konsentrasi 10⁸ CFU/g. Pengaplikasian pupuk hayati harus memenuhi syarat baku mutu sehingga memberikan pengaruh positif terhadap tanaman [14]. Pemberian media pembawa dengan kepadatan yang tinggi diharapkan mikroorganisme pelarut fosfat yang diberikan tersebut dapat bersaing dengan mikroorganisme yang ada di dalam tanah sehingga mampu mendominasi di sekitar perakaran tanaman [18].

Hasil perhitungan jumlah bakteri pelarut fosfat pada media pembawa pupuk hayati memiliki jumlah kepadatan yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat kesesuaian antara media pembawa dengan pertumbuhan bakteri. Pupuk kandang dan tanah mengandung bahan organik dan unsur hara. Senyawa tersebut digunakan bakteri untuk bahan dasar pembentukan sel, pembentukan asam nukleat, sumber energi untuk proses metabolisme, dan lain-lain [19]. Keberadaan bakteri pelarut fosfat berkaitan dengan banyaknya jumlah bahan organik yang secara langsung mempengaruhi jumlah dan aktivitas hidupnya. Sedangkan penggunaan pasir berfungsi untuk meningkatkan aerasi. Hal ini sangat menunjang pertumbuhan *Bacillus sp* yang bersifat aerob [20].

Media pembawa pupuk hayati yang sesuai akan meningkatkan pertumbuhan bakteri pelarut fosfat. Semakin banyak bakteri pelarut fosfat maka meningkatkan unsur hara P yang tersedia untuk tanaman sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan suatu tanaman.

Tabel 1.
Data Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri Pelarut Fosfat

Perlakuan	Jumlah Koloni Bakteri
B₁	12x10 ⁸ CFU/g
B₂	29x10 ⁸ CFU/g
B₃	8x10 ⁸ CFU/g
B₄	42x10 ⁸ CFU/g
B₅	11x10 ⁸ CFU/g
B₆	10x10 ⁸ CFU/g

Keterangan tabel:

B₁ = Pupuk kandang : Pasir B₂ = Pupuk kandang : Pasir : Tanah
 B₃ = Pupuk kandang : Tanah B₄ = Tanah : Pasir
 B₅ = Pupuk kandang B₆ = Tanah

Tabel 2.
Analisa Unsur Hara P dan pH Tanah Setelah Tanam

No	Kode Perlakuan	pH	P ₂₀ s (ppm)
1	B ₁	6.7	91.7
2	B ₂	6.6	76.2
3	B ₃	6.6	46.0
4	B ₄	6.5	24.0
5	B ₅	6.9	77.5
6	B ₆	7.2	17.1
7	B ₇	6.9	20.9
8	SBT	6.7	40.8

Keterangan tabel:

B₁ = Pupuk kandang : Pasir B₂ = Pupuk kandang : Pasir : Tanah
 B₃ = Pupuk kandang : Tanah B₄ = Tanah : Pasir
 B₅ = Pupuk kandang B₆ = Tanah
 B₇ = Tanpa perlakuan (kontrol) SBT = Sebelum tanam

B. Media Pembawa Pupuk Hayati Terhadap pH Tanah

Pertumbuhan bakteri pelarut fosfat sangat dipengaruhi oleh keasaman tanah. Menurut [20], setiap mikroba akan tumbuh dengan baik di dalam lingkungannya selama kondisinya menguntungkan bagi pertumbuhan dan untuk mempertahankan dirinya. Salah satu faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap viabilitas suatu bakteri adalah pH.

Bedasarkan tabel 2 menunjukkan bahwa pH setelah tanam antara 6,5 – 7,2 dan termasuk pada kisaran pH netral. Hal ini sesuai dengan pH optimum pertumbuhan bakteri. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian [21] yang menunjukkan bahwa pH optimum pertumbuhan suatu bakteri terletak antara pH 6,5 dan 7,5. pH optimum pertumbuhan suatu bakteri terletak antara pH 6,5 dan 7,5. Bakteri pelarut fosfat seperti *Pseudomonas* sp dan *Bacillus* sp merupakan bakteri yang tumbuh optimum pada pH netral dan tidak tahan asam [8]. Apabila pH dalam suatu media tidak optimal maka akan mengganggu kerja enzim dan berakibat mengganggu pertumbuhan bakteri [20].

pH sangat berperan penting dalam mekanisme pelarutan fosfat. Bakteri pelarut fosfat mampu mensekresi asam organik sehingga akan menurunkan pH tanah dan memecahkan ikatan pada beberapa bentuk senyawa fosfat untuk meningkatkan ketersediaan fosfat dalam larutan tanah sehingga pH menjadi asam [22]. Kecepatan mineralisasi juga meningkat dengan

nilai pH yang sesuai bagi metabolisme mikroorganisme dan pelepasan fosfat akan meningkat dengan meningkatnya nilai pH dari asam ke netral [14].

Selain berpengaruh terhadap pertumbuhan suatu bakteri, pH berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara P di dalam tanah. Tingkat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi keberadaan unsur hara dalam tanah. Perubahan dari bentuk tidak tersedia menjadi bentuk tersedia salah satunya melalui reaksi kimia yang dipengaruhi oleh pH tanah [23].

Bedasarkan tabel 4.2 menunjukkan bahwa pH tanah antara 6,5 – 7,2 dan termasuk pada kisaran pH netral. Hasil penelitian ini sesuai dengan Ph optimum ketersediaan unsur hara P dalam tanah. Unsur hara P akan optimal tersedia bagi tanaman pada pH 6,0 – 7,0 [17].

C. Media Pembawa Pupuk Hayati Terhadap Unsur Hara P dalam Tanah

Pemberian perlakuan media pembawa pupuk hayati bakteri pelarut fosfat dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara P pada media tanam. Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan peningkatan dan penurunan unsur hara P sebelum dan sesudah tanam. Unsur hara P sebelum tanam sebanyak 40.8 ppm dan setelah ditambahkan media pembawa pupuk hayati bakteri pelarut fosfat menunjukkan peningkatan unsur hara P pada perlakuan B₁, B₂, B₃, dan B₅. Hal ini diakibatkan pengaruh pemberian dari inokulan bakteri pelarut fosfat. Pupuk hayati bakteri pelarut fosfat mampu meningkatkan ketersediaan fosfat dalam tanah. Genus *Bacillus* mempunyai kemampuan untuk mengubah fosfat tidak larut menjadi bentuk tersedia untuk tanaman dengan mengeluarkan asam organik. Asam organik mampu untuk menurunkan pH dan mampu melarutkan fosfat yang terikat dengan kation tanah berupa Al, Fe, Ca dan Mg lalu mengubahnya menjadi bentuk tersedia untuk tanaman [24].

Pada perlakuan B₁, B₂, dan B₅ mengalami peningkatan unsur hara P. Peningkatan unsur hara P yang tinggi disebabkan karena pengaruh inokulan bakteri pelarut fosfat. Peningkatan unsur P diasumsikan terdapat pengaruh dari karakteristik media. Pada perlakuan B₁, B₂, dan B₅ komposisi media pembawa terdapat pupuk kandang. Pupuk kandang mengandung banyak bahan organik. Bahan organik dapat dikatakan mampu memperbesar ketersediaan P melalui hasil pelapukannya yang mudah diserap oleh tanaman. Bahan organik merupakan salah satu penentu ketersediaan hara P didalam tanah. Tanah yang memiliki bahan organik yang rendah maka kandungan unsur hara P nya juga rendah. [17]. Oleh karena itu, pada perlakuan B₁, B₂, dan B₅ memiliki peningkatan P yang paling tinggi dibandingkan dengan media pembawa lainnya. Hal ini dikarenakan terdapat pengaruh dari komposisi media pembawa berupa pupuk kandang.

Sedangkan pada perlakuan B₃, B₄, dan B₆ memiliki kandungan unsur hara P yang tergolong rendah dan mengalami sedikit peningkatan dibandingkan dengan media sebelum tanam dan beberapa yang mengalami penurunan unsur hara P. Hal ini diasumsikan terdapat pengaruh dari karakteristik media pembawa yang digunakan. Pada perlakuan B₃, B₄, dan B₆ memiliki komposisi media pembawa berupa tanah. Tanah memberikan pengaruh terhadap ketersediaan unsur hara P

dalam tanah. Hal ini dikarenakan unsur hara P sukar larut dalam tanah dan mudah berikatan dengan koloid [2]. Sedangkan salah satu media pembawa yang digunakan berupa tanah. Hal ini dapat diasumsikan bahwa bakteri pelarut mampu melarutkan fosfat menjadi bentuk tersedia oleh tanaman. Akan tetapi, semakin lama unsur hara P dan tanah bersentuhan, maka semakin banyak P terfiksasi. Hal ini dapat dikaitkan dengan karakteristik P yang mempunyai daya fiksasi tinggi oleh kation tanah [17]. Oleh karena itu, pada perlakuan B3, B4, dan B6 yang memiliki komposisi tanah menunjukkan nilai P yang tersedia sangat rendah.

Pada perlakuan B7 mengalami penurunan unsur hara P dibandingkan dengan unsur hara media sebelum tanam. Hal ini dikarenakan perlakuan ini tanpa inokulasi bakteri pelarut fosfat sehingga tidak ada penambahan unsur hara P oleh bakteri pelarut fosfat. Oleh karena itu, terdapat penurunan unsur hara P saat setelah tanam dikarenakan penggunaan unsur hara tersebut untuk pertumbuhan tanaman.

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Pemberian perlakuan kombinasi media pembawa bakteri pelarut fosfat tidak memberikan pengaruh pada parameter tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, luas daun, panjang akar, berat kering dan berat basah tanaman kecuali parameter jumlah bunga.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis N.F. mengucapkan terima kasih kepada Ibu Wirdhatul Muslihah, S.Si., M.Si. dan Ibu Tutik Nurhidayati, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing dan Ibu Dini Ermavitalini, S.Si, M.Si dan Bapak Dr. rer.nat. Edwin Setiawan, M.Sc. selaku dosen penguji, serta kepada seluruh keluarga.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Laiwakabessy, "Kesuburan Tanah". Bogor : IPB Press 2003.
- [2] Arcand, M.M., K.D. Schneider, "Plant and microbial based to improve the agronomic effectiveness of phosphate rock": (A Review. An. Acad. Bras. Cienc). 78 (2008) :791-807.
- [3] Parman, "Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kentang (*Solanum tuberosum* L.)" Buletin Anatomi dan Fisiologi Vol. XV, No. 2. (2007).
- [4] Adesemoye, A.O., Kloepper, J.W. "Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency". Appl Microbiol Biotechnol. 85, 1-12. (2009).
- [5] Gholami, A., "The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) ON Germination, Seedling Growth and Yield of Maize". World Academy of Science, Engineering and Technology : 49. (2009).
- [6] Keneni, A., Assefa, F., and Prabhu, P. C., "Isolation of Phosphate Solubilizing Bacteria from the Rhizosphere of Faba Bean of Ethiopia and Their Abilities on Solubilizing Insoluble Phosphates" J. Agr. Sci. Tech., 12: 79- 89 (2010).
- [7] Chen YP, Rekha PD, Arunshen AB, Lai WA, and Young CC, "Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities". Appl. Soil Ecol. 34 (2006) : 33-4.
- [8] Raharjo, B. "Penapisan Rhizobakteri Tahan Tembaga (Cu) dan Mampu Mensintesis IAA dari Rizosfer Kedelai (*Glycine max* L.)" (Tesis) Bandung : Institut Teknologi Bandung (2004).
- [9] Shariati, Shayan, "Application of Vermicompost as a Carrier of Phosphate Solubilizing Bacteria (*Pseudomonas fluorescens*) in Increase Growth Parameters of Maize". International. Journal of Agronomy and Plant Production. Vol., 4 : 8-10 (2013).
- [10] Ambak, K., and Melling, L. "Management Practices for Sustainable Cultivation of Crop Plants on Tropical Peatlands" The International Symposium on Tropical Peatlands Bogor : UGM Press (2000).
- [11] Ansori, T. (2005, May 10). "Bahan Organik Tanah". Available: <http://elisa1.ugm.ac.id/>
- [12] Muraleedharan, H., S. Seshadri dan K. Perumal. "Biofertilizer (Phosphobacteria)" Chennai :Shri AMM Murugappa Chettiar Research Centre Taramani (2010).
- [13] Nurhidayati, T. dan T. Hidayati. "Potensi Rhizobium dan Mikoriza Arbuskula dalam Efisiensi Penyerapan Nutrien sebagai Upaya Peningkatan Produktivitas Kacang Hijau (*Vigna radiata*) pada Lahan Pesisir." (Penelitian Dosen Muda (LITMUD)). Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi. Jakarta (2008).
- [14] Simanungkalit, R. D. M., Husein E., dan Saraswati. "Baku Mutu Pupuk Hayati dan Sistem Pengawasannya". Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. : Bogor (2006).
- [15] Dwidjoseputro. "Dasar-dasar Mikrobiologi". Malang: Penerbit Djambatan. (2005).
- [16] Hasanudin dan B.M. Gonggo. "Pemanfaatan Mikrobial Pelarut Fosfat dan Mikoriza untuk Perbaikan Fosfor Tersedia, Serapan Fosfor Tanah (Ultisol) dan Hasil Jagung (pada Ultisol)". Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia, 6 (2004) : 8-13.
- [17] Novriani. "Pengelolaan Unsur Hara P (Fosfor) Pada Budidaya Jagung". J Agronobis., 2 (3) (2010) : 42-49.
- [18] Santoso, E. "Hubungan Perkembangan Ektomikoriza dengan Populasi Jasad Renik dalam Rizosfer dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Eucalyptus pellita dan Eucalyptus urophylla". Desertasi Doktor. Bogor : Program Pasca Sarjana IPB (1997).
- [19] Widawati, S. dan Suliasih. "The application of soil microbe from Wamena Botanical Garden as biofertilizer (compost plus) on purple eggplant (*Solanum melongena* L.)". Gakuryoku 11 (4): in-press(2005).
- [20] Pelczar, M.J; and E.C.S.Chan. "Dasar-Dasar Mikrobiologi Jilid 2." Jakarta: UI press (2005)
- [21] Noviana, Lailia dan Raharjo, Budi. "Viabilitas Rhizobakteri *Bacillus* sp. DUCC-BR-K1.3 pada Media Pembawa Tanah Gambut". J BIOMA Vol 11 (1) (2009) : 30-39.
- [22] Purwaningsih, S. "Isolasi, Populasi dan Karakterisasi Bakteri Pelarut Fosfat pada Tanah dari Taman Nasional Bogani Nani Wartabone, Sulawesi Utara", Biologi, 3 (1):22- 31. (2003).
- [23] Masita, Etha, Khotimah Siti, Linda Riza. "Bakteri Pelarut Fosfat Hasil Isolasi dari Tiga Jenis Tanah Rizosfer Tanaman Pisang Nipah (*Musa paradisiaca* var. nipah) di Kota Singkawang". Jurnal Protobiont. Vol 2 (2) (2013) : 93 - 101
- [24] Rajasekaran, S., Ganesh Shankar, K., Jayakumar, K., Rajesh, M., Bhaaskaran, C., Sundaramoorthy, P. "Biofertilizers current status of Indian agriculture". J. Environ. Bioenergy, 4(3): 176 1. (2012).